

BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-207985

(43)Date of publication of application : 21.08.1989

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 63-031955

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 16.02.1988

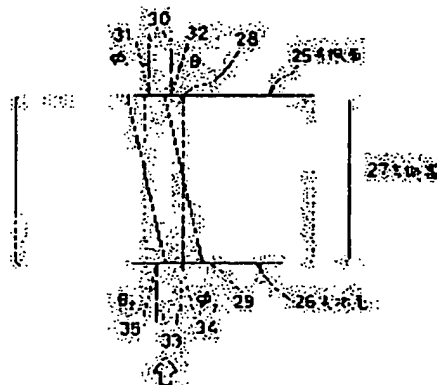
(72)Inventor : IKEDA SOTOMITSU

## (54) SEMICONDUCTOR LASER EQUIPMENT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To decrease damage at edge surfaces, to stabilize a transverse mode, to keep a threshold current from rising and to restrain a light emission efficiency from decreasing, by making the longitudinal direction of a stripe active area at right angle to light resonance surfaces.

CONSTITUTION: There is a stripe active area 28 which seemingly has a large upward refractive index, inside a laser resonance 27 which is made of resonance surfaces 25 and 26. A window 29 for current injection is formed to cross a stripe diagonally. Current is injected into the center of the stripe active area so that a peak of an injection carrier density distribution does not concentrate upon one place. A refractive index distribution is made asymmetrical inside the active area by using a plasma effect and the light is deflected toward a high refractive index side to gain an oblique output light. By this, there is no trouble since the longitudinal direction of the stripe active area is at right angle to the resonance surface. Therefore, damage at edge surfaces is decreased, a transverse mode is stabilized, a shreshold current is restrained from rising and a light emission effect is restrained from decreasing.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-207985

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)8月21日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 半導体レーザ装置

⑯ 特 願 昭63-31955

⑰ 出 願 昭63(1988)2月16日

⑱ 発 明 者 池 田 外 充 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内  
 ⑲ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 若 林 忠

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体レーザ装置

## 2. 特許請求の範囲

1. ストライプ状活性領域を有し、該ストライプ状活性領域の屈折率が該ストライプ状活性領域の側面に接して位置する領域の屈折率より大きくなされて屈折率差が設けられている半導体レーザ装置であって、

ストライプ状活性領域の長手方向は該ストライプ状活性領域の両端面に設けられている光共振面と垂直をなしており、電流注入用電極が半導体層にオーミック接続している部分の平面パターンは、前記ストライプ状活性領域の平面パターンと、少なくともその一部においてずれており、電流を注入した場合、そのずれている部分において注入キャリア密度分布のピークが前記活性領域の中心と一致しないようになされている半導体レーザ装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は、共振面の法線方向に対して一定の角度をもってレーザ光を出射する半導体レーザ装置に関し、レーザビームプリンタ等に用いて好適なものである。

## (従来の技術)

半導体レーザ装置は、p-n接合を含んで積層された半導体層からなり、光共振器27の端面には一対の共振面(ミラー面)が形成されている。この半導体レーザ装置に電流を注入すると、キャリアの再結合によって生じた光が共振面間で共振し、共振面からレーザ光が出射される。また、このようなレーザ発振を効率良く行わせるため、前記注入電流及び光を閉じ込めるストライプ状のレーザ活性領域が、共振面(ミラー面)と垂直に設けられている。一方、特開昭59-240418号等で提案されているように、複数のレーザビームを同時に走査して画像を形成するレーザビームプリンタ等を構成する際に使用され、レーザ光の出射方向が共振面の法線と有限の角度を成

すように構成されたモノリシック半導体レーザ装置においては、上述のストライプ状の活性領域は共振面に垂直には形成されず、その長手方向が共振面の法線に対し、有限の角度を成すように設けられており、この角度を適宜に設定することによってレーザ光の出射方向を調整することができる。

第7図は上述の斜出型半導体レーザ装置の平面図である。

このレーザ装置は、共振面25に対し、ストライプ状活性領域の長手方向延長線61、62はそれぞれ $\phi_1$ 、 $\phi_2$ の角度をもち、それらから出射されるレーザ光は36、37の方向に斜出し、共振面25に対して $\theta_1$ 、 $\theta_2$ の角度を有する。後側共振面26とストライプ状活性領域の長手方向延長線とはこの例の場合は垂直で、レーザ光も法線33の方向に出射され、端面損失が軽減されている。

(発明が解決しようとする課題)

上述の従来例では、レーザビームを斜出するた

3

流を注入した場合、そのずれている部分において注入キャリア密度分布のピークが前記活性領域の中心と一致しないようになされている。

(作用)

本発明の半導体レーザは、ストライプ状活性領域の中心に注入キャリア密度分布のピークが一致しないように電流注入し、プラズマ効果(キャリア濃度の増加による半導体層の実効屈折率が低下する効果)を用いて、活性領域内の屈折率分布を左右非対称とし、高屈折率側に光を偏向させて斜出光を得るものである。それゆえに、ストライプ状活性領域の長手方向は共振面に対して垂直であって何ら問題が生じず、これにより、端面損失が減少し、横モードの安定化が図れ、閾電流の上昇抑制、発光効率の低下抑制が図れる。

(実施例)

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

#### 実施例1

第1図は本発明の半導体レーザの一実施例の平

5

面に、ストライプ状活性領域の長手方向と共振面の法線とはある有限な角度をもっている。この角度が0度から増えるにつれて端面損失が増大し、半導体レーザの諸特性が劣化し、横モードの不安定化、閾電流の上昇、発光効率の低下を招く。さらに、場合によっては斜出角度の制御が困難となることもある。

(課題を解決するための手段)

本発明の半導体レーザ装置は、

ストライプ状活性領域を有し、該ストライプ状活性領域の屈折率が該ストライプ状活性領域の側面に接して位置する領域の屈折率より大きくなされて屈折率差が設けられている半導体レーザ装置であって、

ストライプ状活性領域の長手方向は該ストライプ状活性領域の両端面に設けられている光共振面と垂直をなしており、電流注入用電極が半導体層にオーミック接続している部分の平面パターンは、前記ストライプ状活性領域の平面パターンと、少なくともその一部においてずれており、電

4

面図であり、第2図は第1図の半導体レーザを同図に示される矢印の方向から見た場合の断面図と各層における諸特性を示した図である。

まず、第2図を用いて本実施例の構成とレーザ光斜出原理について説明する。

本実施例の構成は、 $n$ -GaAs基板21上にバッファ層 $n$ -GaAs20、下部クラッド層 $n$ -Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As19、下部光閉じ込め層Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As18、活性層Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As17、上部光閉じ込め層Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As16、上部クラッド層 $p$ -Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As15、キャップ層 $p$ -GaAs13から成り、上部クラッド層まで成膜した後、ストライプ状活性層上部のクラッド層の両側をフォトリソ工程後エッチングにより除去し、 $p$ -Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As14をエピタキシャル成長し、再度上部を平坦化するための選択エッチングの後、キャップ層13を成膜し、低屈折率の領域14を埋込む。

この低屈折率層の埋込みによって活性層17は、高屈折率のストライプ状領域23とその両側

6

の低屈折率の領域に分けられ、結果的には、ストライプ状活性領域は高屈折率のために光が横方向で閉じ込められることになる。エピタキシャル成長後、 $\text{SiO}_2$ 、または $\text{Si}_3\text{N}_4$ などの絶縁体12をプラズマCVDなどにより均一に成膜させる。次に、電流注入のための窓を絶縁体中に形成するわけであるが、従来は、ストライプ状活性領域の真上に一致させて注入窓を形成していたが、本発明においては、第1図のように、横方向にずらして窓を形成する。電流注入窓部24の絶縁体の除去は、通常のフォトリソ工程後、反応性イオンエッチングにより行った。電極は、GaAsとのオーミックがとれるように、p型、n型それぞれAuを蒸着させる。

このレーザに電流を注入すると、ホールはキャップ層を通り、上部クラッド層p-Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Asと埋込み層p<sup>+</sup>-Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Asを電流狭窄されずに通過し、活性層において広がり、そのキャリア密度は第2図に示されるような分布となる。このとき、活性層における注

7

振面25、26の垂線30、33に対して電流注入部（窓29）の長手方向31、34は、それぞれ $\phi_1$ 、 $\phi_2$ の角度を有しており、注入されたキャリアはその真下の活性層において広がり再結合するが、誘導放出で再結合が繰り返されて増幅していくのは、ストライプ状活性領域28においてである。ストライプ状活性領域28において光は共振するが、共振面25、26付近においては、光はプラズマ効果による屈折率の低下の割合の小さい32、35の方向に偏向し、空気中へ出射する。出射したレーザ光の進行方向32、35と共振面の垂線30、33とのなす角度は $\theta_1$ 、 $\theta_2$ となり、斜出することになる。この斜出角度は作成時の活性層上での実効屈折率分布やレーザ発振中のキャリア密度分布などのいくつかのパラメータにより制御できる。

#### 実施例2

本発明は共振器の一部分に適用することもできる。

第3図はその例で、片方の共振面でのみ電流注

入キャリア密度のピークは、ほぼ、電流注入窓の中心に一致する。

一方、活性層上における屈折率 $n$ は、電流注入前は、図中破線で示されるように、ストライプ状活性領域において屈折率は大きく、その両側において小さくステップ状に分布している。しかし、電流を注入しレーザ発振すると、この分布がゆがみ、プラズマ効果によってキャリア密度の大きい所では屈折率は低下し、実線で示されるように非対称な分布に変化する。この屈折率分布の非対称化によって、キャリアの再結合によって生じた光は屈折率の大きい領域に集中し、光電界強度 $P$ にかたよりが生じ、キャリア密度の小さいほうへ偏向する。

次に、第1図を用いて、平面的な構成について説明する。

共振面25、26からなるレーザ共振器27中に、見かけ上屈折率の大きいストライプ状活性領域28があり、電流注入のための窓29は、ストライプを斜めに横切る形態で形成されている。共

8

入部をストライプ状活性領域からずらしている。他方は光の出射方向30と共振面25とは垂直であり、端面損失は少なくしてある。斜出光35の出射する例は、上述の実施例と同様に作られており、本実施例の構造を用いることによって、さらに高効率、低閾電流の斜出型半導体レーザを得ることができる。

電流注入部は共振方向について屈曲していても歪曲していても良く、不連続であってもよい。また、共振面付近だけで本発明を適用することも可能で、中央ではストライプ状の活性領域と電流注入窓を一致させておくこともできる。本発明を用いた斜出用レーザ装置はシングルストライプのレーザとして使うことができ、戻り光の影響の少ないレーザ光源になる。

#### 実施例3

本発明の斜出用レーザ装置をモノリシックに複数集積することにより、使用時の光学系が短くてすむマルチビームレーザ光源を得ることができ

第4図は第3図のレーザを2ヶ利用した場合の斜出用2ビームレーザ装置の上面図である。

39、40はそれぞれのレーザに電流を注入するための上面電極で、パターン38によって分離されているが、下面電極は分離されておらず、共通にできる。レーザ光は各々駆動できるため、36、37の方向へ独立に斜出でき、2つのレーザビームの相対角は $\theta_3 + \theta_4$ となる。

共振面25、26に非対称コーティングを施すことによって25から効率良く強い光を出すことも可能である。

本実施例は2ビームであるが本発明が任意の数の半導体レーザのモノリシック化を可能にすることはいうまでもない。

#### 実施例4

第5図は本発明をリッジ導波路型レーザ構造に適用した実施例である。

第1図の実施例と同様にして、リッジ形状をもつクラッド層15まで形成後、再成長により種くキャップ層 $P-GaAs$ 13を成膜する。その

1 1

である。

レーザの膜構造は基本的に第1図、第2図と同様であるが、前側共振面26近傍に電流注入窓(I)、(II)を形成してある。(III)に電流を注入するとキャリアが活性層で再結合し、光が発生し、共振器27において増幅し、共振面25、26からそれぞれ垂直にレーザ光が出射する。(I)、(II)に電流を注入しなければレーザ光は共振面に垂直に出射する。

(I)に電流を注入し、(II)に電流を注入しないとき、レーザ光は偏向し、51の方向へ共振面の垂線と $\theta_1$ の角度をもって斜出する。同様に、(II)に電流を注入し、(I)に電流を注入しないとき、52の方向へ $\theta_1$ の角度で斜出する。(I)と(II)がストライプ状活性領域に対して対称に同じく形成されているとき、 $\theta_1 = \theta_2$ となる。

また、(I)と(II)に適当な電流を流すことによって、レーザ光の斜出角が連続に変化させることができ、 $\theta_{1,1}$ の角度を偏向できる。この

1 3

後SiO<sub>2</sub>またはSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>その他の絶縁膜12をCVDにより成膜後、電流注入部41をフォトリソ工程及びエッチングにより形成し、電極Au11、12を蒸着する。電流注入のための窓41は、従来リッジ上部に形成されており、リッジ下部のストライプ状活性領域の中心とキャリア密度分布のピークとは一致していたが、本発明ではこれらをずらしてある。つまり、注入電流は活性層で広がってキャリア密度 $\rho$ は図示のようになるが、これによってプラズマ効果が生じ、もとの屈折率分布(図中破線)は非対称にゆがんで低下(図中実線)するため、結果的に光は、電流注入領域と反対側に偏向する(光電界強度 $E$ が同図にむかって左側にずれる)。

#### 実施例5

第6図(a)、(b)は本発明を用い、前側端面に2つの電流注入窓を設けることによって、ストライプ状活性領域のキャリア密度分布を変化させて斜出レーザ光の斜出角を連続にある範囲において変化させることのできるレーザを作成した例

1 2

レーザビーム偏向型装置の実施例は、Applied Physics Letters 33号、P702-704(1978)の"Beams scanning with twin-stripe injection lasers"に報告のある半導体レーザ装置に似ているが、本質的にその構成は異なっている。報告のある装置は、利得導波路型といわれるもので、活性層においてその発振領域の両側に屈折率分布は設けていないので、注入キャリアの最大の所で利得が高くなりレーザ発光することになる。そして、2つの並列に形成した電流注入のための電極ストライプをそれぞれ独立に電流注入し制御することによって、活性層における最大利得の領域を助かしてレーザ光を偏向するという特徴としており、このため電流注入量の多い側の利得が増加しそちらに光は寄り、偏向出射することになる。

第6図の本発明を実施したレーザ光偏向型装置は、活性層内部において横方向に実効屈折率の差をもつことを特徴としており、注入電流は活性層中のキャリア密度を増加させ屈折率を低下させる

1 4

ために光は電流注入側と反対方向へ偏向することになるので、報告のある装置と比較すると、電流注入の側と端面における光の偏向方向とは逆になる。

また、あらかじめ台形状に加工した基板を用いてその斜面上に形成した活性領域を発振に用いたTSレーザは、Applied Physics Lettersの34号、P270-272(1979年)に報告されているが、このTSレーザは本発明にその形状は似ているが本質的に異なっている。TSレーザは台形状基板の斜面上に成膜した活性層を積極的に光閉じ込め領域に用いているのに対して、本発明はこの場合に適用したならば、台形上部基板上の実効屈折率が大きいことを利用してこの実効屈折率の大きい領域内で光を偏向することの特徴としており、充分な差がある。

以上説明したように本発明の偏向型半導体レーザ装置(例えば第6図)は、上記報告のある利得導波性の偏向型半導体レーザ装置に比べて、屈折率導波型の特徴を有しており、非点収差は小さ

15

によって、プラズマ効果で実効屈折率を低下させ非対称にすることにより、高屈折率側に光を偏向させて斜出光を得ることができる。

本発明によれば、ストライプ状活性領域の長手方向と共振面とは垂直に形成できるため、端面による損失を軽減できるという効果があり、屈折率導波性のため非点収差も小さい他の利点がある。また、端面近傍に複数の電流注入窓を形成し、その注入電流を制御することによって、斜出角度を自由に連続で変化させることができる。

また、戻り光の影響を受けにくく、安定な波長で発振し、シングルの半導体レーザに適用可能なレーザ装置を提供できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の半導体レーザの第1の実施例の平面図。

第2図は第1図の半導体レーザを同図に示される矢印の方向から見た場合の断面図と各層における諸特性を示す図。

第3図は本発明の第2の実施例の平面図。

く、近視野像の水平方向のビーム径も小さくなるというような利点がある。

また、ストライプ部の構造も、リッジ型、電極ストライプ型に限らず、2n拡散などによる埋込みMQW構造、溝付基板型等、周知の種々の構造について実施でき、それらを組み合わせることによっても実施することができる。

さらに、第2図に示したように、本発明は共振面全域にわたって、あるいは一部分において適用することが可能である。

また、本発明は、さらに、種々の応用が可能であり、例えば、半導体レーザを構成する材料として、実施例のGaAs/AlGaAs系に限らず、InP/InGaAsP系などを用いることもできる。

(発明の効果)

以上説明したように本発明は、ストライプ状活性領域において、両側の実効屈折率を低くした半導体レーザにおいて、レーザ発振中のキャリア密度分布を活性領域からずらして電流注入すること

16

第4図は本発明の第3の実施例の平面図。

第5図は本発明の第4の実施例を示す断面図ならびに各層における諸特性を示す図。

第6図(a)、(b)はそれぞれ、本発明の第5の実施例の平面図、断面図。

第7図は従来例の平面図である。

11…p側電極、

12…絶縁層SiO<sub>2</sub>、またはSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、

13…キャップ層(p<sup>+</sup>-GaAs)、

14…低屈折率層  
(p<sup>+</sup>-Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As)、

15…上部クラッド層  
(p<sup>+</sup>-Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As)、

16…上部光閉じ込め層  
(Al<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>As)、

17…活性層(Al<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>As)、

18…下部光閉じ込め層  
(Al<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>As)、

19…下部クラッド層  
(n<sup>+</sup>-Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As)、

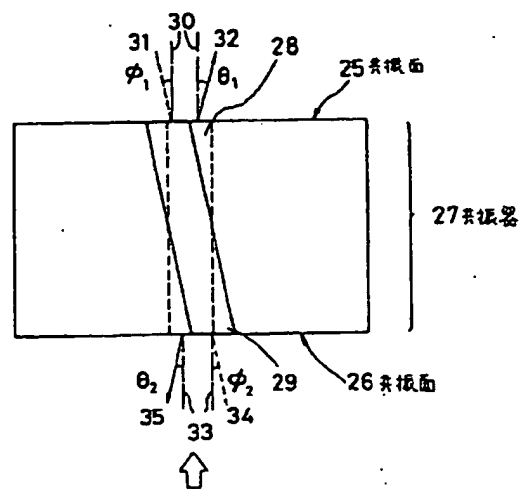
20…バッファ層(n<sup>+</sup>-GaAs)、

17

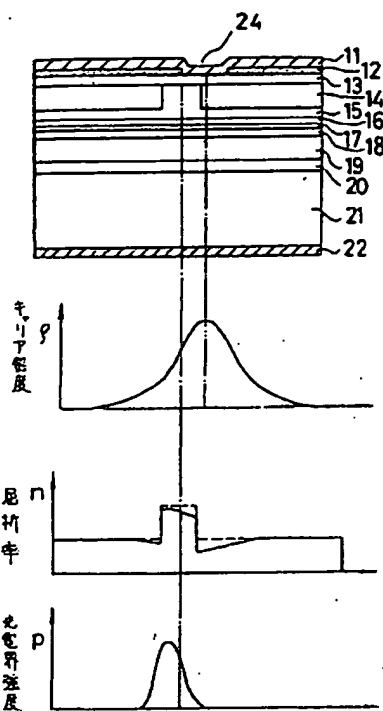
18

- 21…基板 (n-GaAs)、  
 22…n側電極、  
 23…高屈折率領域、  
 24…電流注入窓、  
 25、26…共振面、  
 27…共振器、  
 28…ストライプ状活性領域、  
 29…電流注入窓、  
 $\theta$ …レーザ光出射方向と共振面垂線とのなす角、  
 $\phi$ …電流注入窓長手方向延長線とのなす角、  
 41…電流注入窓、  
 (I)、(II)…斜出角制御用電流注入窓、  
 (III)…レーザ発振用電流注入窓、  
 $\theta_{1,2,3}$ …斜出角可変範囲角。

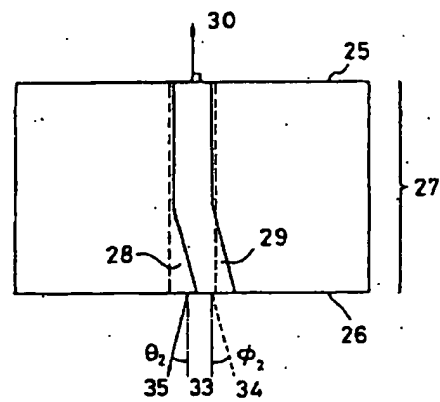
特許出願人 キヤノン株式会社  
 代理人 若林 忠



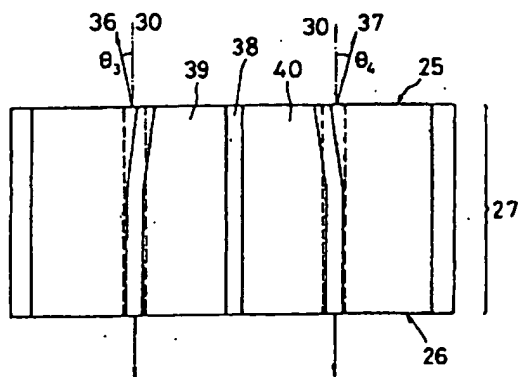
第 1 図



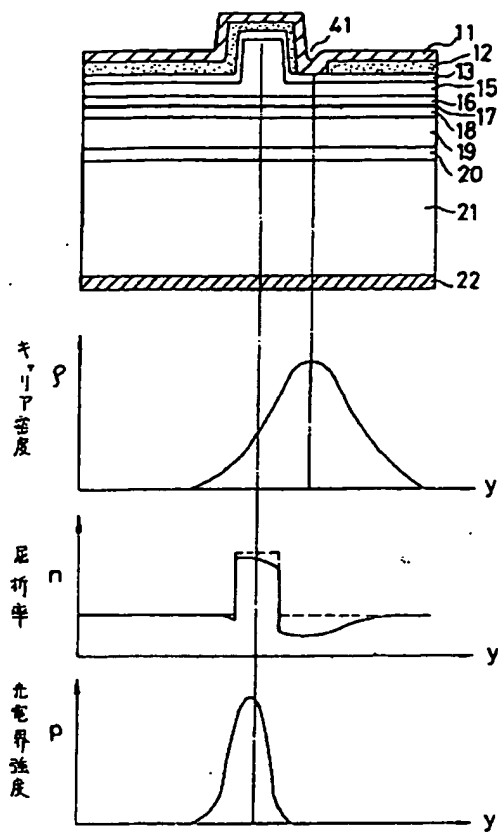
第 2 図



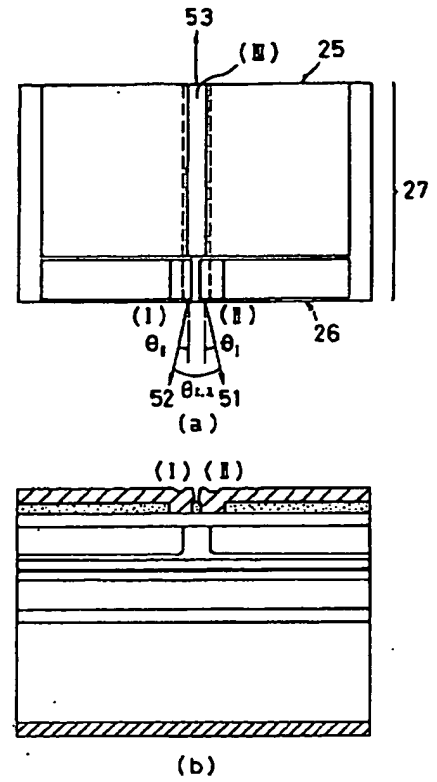
第 3 図



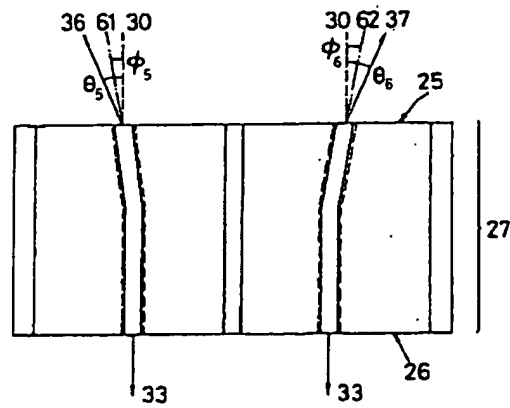
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図



## 手続補正書 (自発)

昭和63年 4月 14日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示 昭和63年特許願第 31955号

2. 発明の名称

半導体レーザ装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

キャノン株式会社

4. 代理人

住所 東京都港区赤坂1丁目9番20号

第16興和ビル8階

氏名 弁理士(7021) 若林 忠

電話 (585)1882

5. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」の図面の  
簡単な説明」の欄。方式  
審査

補正

(9) 同第12頁第4行の記載「12」を「22」と補正する。

(10) 同第14頁第9行から第15頁第4行にかけて「そして、一逆になる。」とあるのを、下記のように補正する。

記

「そして、注入電流の多い電極ストライプ側に発光点は移動し、レーザ光は反対側に斜出する。上記報告例では、偏同時に近視野像の移動が供ない、また、非点収差も大きい。

一方、第6図の本発明を実施したレーザ光偏向型装置は、活性層内部において横方向に実効屈折率の差を持つことを特徴としているので、偏同時に近視野像の移動はなく、非点収差はほとんどない。

(11) 同第18頁第20行の記載「 $n^+$ 」を「 $n^-$ 」と補正する。(12) 同第18頁第21行の記載「 $n^-$ 」を「 $n^+$ 」と補正する。(13) 同第19頁第1行の記載「 $n^-$ 」を「 $n^+$ 」

6. 補正の内容

(1) 明細書第3頁第10行の記載「共極面25」を「共極面25の法線30」と補正する。

(2) 同第3頁第14行の記載「共極面25」を「共極面25の法線30」と補正する。

(3) 同第6頁第6行の記載「 $n-GaAs$ 基板21上」を「 $n^+-GaAs$ 基板21上」と補正する。(4) 同第6頁第7行の記載「バッファ層 $n-GaAs$ 20」を「バッファ層 $n^+-GaAs$ 20」と補正する。(5) 同第6頁第8行の記載「 $n \pm Al, Ga_{1-x}As_{19}$ 」を「 $n^--Al, Ga_{1-x}As_{19}$ 」と補正する。(6) 同第6頁第9行の記載「 $Alz$ 」を「 $Al_{1-z}$ 」と補正する。(7) 同第6頁第16行「 $As_{14}$ 」を「 $As_{14}(x' > x > y > z \geq 0)$ 」と補正する。(8) 同第7頁第17行の記載「 $Al, Ga_{1-x}$ 」を「 $Al, Ga_{1-x}$ 」と補正する。

2

と補正する。